

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2001-257176
(P2001-257176A)

(43) 公開日 平成13年9月21日 (2001.9.21)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-マ-ト* (参考)
H 0 1 L 21/268		H 0 1 L 21/268	T
G 0 1 N 21/00		G 0 1 N 21/00	B
	21/27		B
G 0 2 F 1/1368		G 0 2 F 1/1368	
H 0 1 L 21/20		H 0 1 L 21/20	
審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 6 頁) 最終頁に続く			

(21) 出願番号 特願2000-396474(P2000-396474)

(22) 出願日 平成12年12月27日 (2000.12.27)

(31) 優先権主張番号 特願平11-368958

(32) 優先日 平成11年12月27日 (1999.12.27)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000005049

シャープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(72) 発明者 田中 潤一

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

シャープ株式会社内

(74) 代理人 100064746

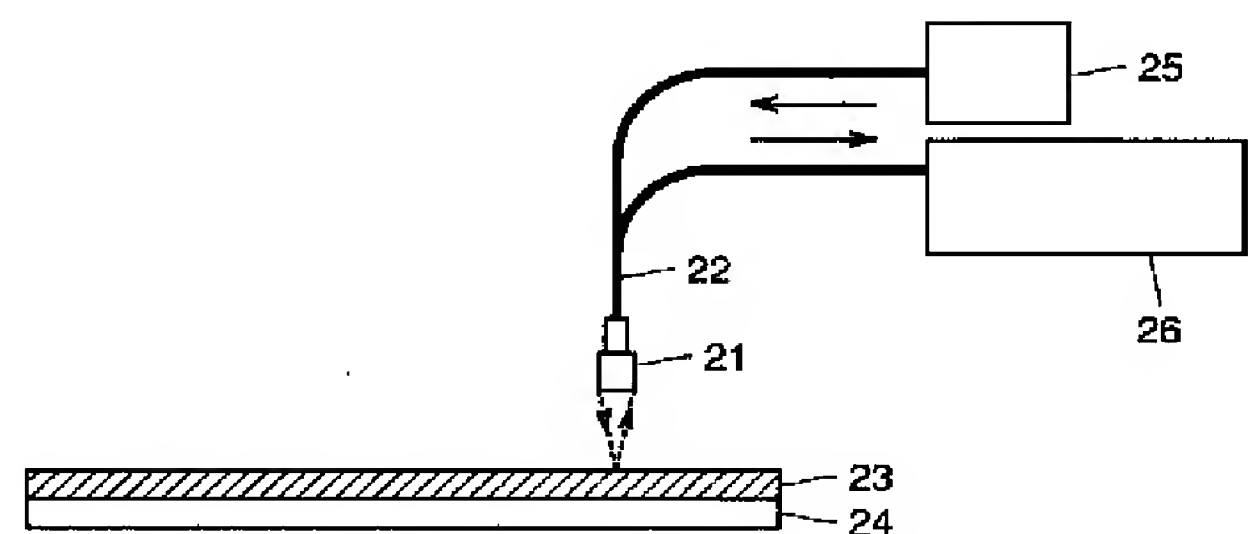
弁理士 深見 久郎

(54) 【発明の名称】 シリコン薄膜の結晶性評価方法および評価装置ならびにレーザアニール法および装置。

(57) 【要約】

【課題】 基板上に形成された多結晶シリコン薄膜の結晶性を簡便に評価することができる方法および装置を提供する。

【解決手段】 該方法は、基板上に形成された多結晶シリコン薄膜に光を照射する工程と、照射した光の反射光を分光する工程とを備え、分光により得られる光の強度分布から多結晶シリコン薄膜の結晶性を判定する。該装置は、光源25と、光源25からの光を基板24上に形成された多結晶シリコン薄膜23に照射するための光学系22と、照射した光の反射光を分析するための分光光度計26と、反射光を分光光度計26に導くための光学系22とを備える。



【特許請求の範囲】

【請求項１】 基板上に形成された多結晶シリコン薄膜の結晶性を評価する方法であって、
前記基板上に形成された前記多結晶シリコン薄膜に光を照射する工程と、
前記照射した光の反射光を分光する工程とを備え、
前記分光により得られる光の強度分布から前記多結晶シリコン薄膜の結晶性を判定することを特徴とする、シリコン薄膜の結晶性評価方法。

【請求項２】 前記照射する光は前記基板に垂直であり、
前記基板に垂直な方向に反射した光を分光することを特徴とする、請求項１に記載の方法。

【請求項３】 前記照射する光が可視光であることを特徴とする、請求項１または２に記載の方法。

【請求項４】 前記多結晶シリコン薄膜が、前記基板上に形成されたアモルファスシリコン薄膜にレーザ光を照射することにより結晶化されたものであることを特徴とする、請求項１～３のいずれか１項に記載の方法。

【請求項５】 請求項１～４のいずれか１項に記載の方法を行うための装置であって、
光源と、
前記光源からの光を基板上に形成された多結晶シリコン薄膜に照射するための光学系と、
前記照射した光の反射光を分析するための分光光度計と、
前記反射光を前記分光光度計に導くための光学系とを備えることを特徴とする、シリコン薄膜の結晶性評価装置。

【請求項６】 基板上に形成されたアモルファスシリコン薄膜にレーザ光を照射することにより前記薄膜を結晶化する工程と、
前記結晶化の工程の後、請求項１～４のいずれか１項に記載の方法により前記薄膜の結晶性を評価する工程と、
前記評価の結果に基づき、前記レーザ光を照射して前記薄膜を結晶化する工程における条件を調節する工程とを備えることを特徴とする、レーザアニール法。

【請求項７】 請求項６に記載のレーザアニール法を行うための装置であって、
基板に形成されたアモルファスシリコン薄膜にレーザアニールを行うための手段と、
請求項５に記載のシリコン薄膜の結晶性評価装置とを備えることを特徴とする、レーザアニール装置。

【発明の詳細な説明】

【０００１】

【発明の属する技術分野】本発明は、半導体薄膜の結晶性を評価する方法および装置、ならびに当該方法を使用したレーザアニール法およびレーザアニール装置に関し、特に、多結晶シリコン薄膜の結晶性をモニタし、制御することが可能な半導体薄膜結晶性モニタリングシス

テムに関するものである。

【０００２】

【従来の技術】液晶表示素子の高精細、高画質を実現するためには、各画素における薄膜トランジスタ（ＴＦＴ）の電子の電界効果移動度を向上させることが必要である。そのため、従来のアモルファスシリコン薄膜に代えて、多結晶シリコン薄膜をＴＦＴに応用した多結晶シリコンＴＦＴ技術が急速に成長している。この多結晶シリコンＴＦＴの高歩留まりを保つためには、ＴＦＴ特性に対して最も重要な機能を持つ多結晶シリコン薄膜の品質管理を行なうことが極めて重要になっている。

【０００３】多結晶シリコンＴＦＴをガラス基板上に形成する際には、予めガラス基板上に形成したアモルファスシリコン薄膜を多結晶シリコン薄膜に改質する方法がある。この方法には、高温（８００～１０００℃）で加熱し結晶化する方法と、アモルファスシリコン薄膜に対して吸収率の高いレーザ光（たとえば波長３０８ｎｍのXeClレーザ）を照射して結晶化する方法とがある。

【０００４】前者の加熱して結晶化する方法は、基板全体を高温に加熱する。そのため、石英ガラス等の耐熱性の基板を用いる必要があり、大面積化に伴い高価となるという問題がある。そこで、近年では、後者のレーザビームを照射することにより結晶化するレーザアニール方法が最も一般的である。このレーザアニール法により得られた多結晶シリコン薄膜の結晶性は、レーザエネルギーに敏感に依存するため、レーザエネルギーの最適化は結晶化の際の最も重要な項目である。

【０００５】従来、最適レーザエネルギーを設定するために、異なるパワーのレーザ光を照射して、結晶化状態の異なる多結晶シリコン薄膜を有するモニタ基板を作製し、ラマン分光法を用いて結晶性の評価をすることにより、レーザパワーの最適化を行なっている。ラマン分光法は、多結晶シリコン薄膜の結晶性を正確に評価するために一般的に用いられている方法である。多結晶シリコン薄膜の結晶性とラマンスペクトルのシリコンのピーク強度との間には相関があり、結晶性がよい膜ほどピーク強度は大きくなる。

【０００６】図１は、ラマンスペクトルを示すグラフであり、横軸はレーザエネルギー（mJ/cm²）を示し、縦軸はピーク強度（A.U.）を示している。

【０００７】図１に示すように、ラマン分光法は、多結晶シリコン薄膜の膜質の正確な評価が可能な手法であり、この手法を用いて最適レーザエネルギーの設定を行なうことができることがわかる。

【０００８】また、多結晶シリコン薄膜の結晶性を評価する他の方法として、特開平１１－２０４６０６号公報に示すように、多結晶シリコン薄膜に評価用の光を照射し、その照射光の透過強度によりその結晶性の評価を行なう方法がある。この方法は、透過光強度により結晶性の評価を行なう方法で、透過光強度の波長依存性が結晶

性によって変化することを利用したものである。

【0009】さらに、特開平6-224276号公報に示すように、結晶化に用いるレーザの散乱光により、結晶性の評価を行う方法がある。この方法はバンドギャップ分光反射率が結晶性によって変化することを利用したものである。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】ラマン分光法は、正確で、かつ信頼性の高い多結晶シリコン薄膜の結晶性の評価手法であるが、以下のような問題点がある。

【0011】すなわち、まず、装置が大掛かりで高価である。次に、光源にアルゴンレーザを用いているため、ランニングコストがかかる。さらに、複雑な光学系を必要とするため、調整に手間と時間がかかる。また、ラマン光は微弱であるため、レーザ光を1 μ m程度に絞る必要があり、測定領域が多結晶シリコンの結晶粒径と同程度になるため、多結晶シリコン薄膜の平均的な結晶性を評価するには複数の測定点を設ける必要があり、モニタに要する時間が長くなるというものである。

【0012】また、透過光強度によって結晶性を評価する方法についても、以下のような問題点がある。すなわち、光を照射する光源と受光する検出器はそれぞれ基板を介して反対側にあるため、基板を保持するステージにより光が遮断されてしまう。光が遮断されないようにし、測定を実行するためには、基板の周辺のみをステージにより支持する形状にする等の工夫が必要で、このような基板の支持方法では基板の固定が不十分である。さらに、基板の撓み等が生じる等の問題が生じ、装置の使用上の制約が大きくなってしまう。また、基板が光を透過しない材料の場合は原理に測定は不可能である。

【0013】他方、バンドギャップ分光反射率により結晶性を評価する方法についても、以下のような問題がある。すなわち、この方法は、結晶化に用いるレーザの散乱光を用いるため、結晶化を行うためにレーザを基板に照射している場合のリアルタイム測定のみ可能であり、結晶化に用いるレーザが基板に照射されない場合のオフライン測定ができない。また、測定する光が散乱光であるため、基板の表面状態などの影響で強度が安定せず測定のばらつきの原因になる等の欠点がある。

【0014】本発明の目的は、上述の問題点を解決し、従来になかった簡便な方法で多結晶シリコン薄膜の結晶化のために最適レーザエネルギーの設定を行ない、さらに生産ラインもしくは装置内に組込んでインラインで多結晶シリコン薄膜の結晶性の評価および制御を行ない、不良を未然に防止し、歩留りを向上させることができる半導体薄膜結晶性モニタリングシステムを提供することにある。

【0015】

【課題を解決するための手段】まず、本発明により、基板上に形成された多結晶シリコン薄膜の結晶性を評価す

る方法が提供され、該方法は、基板上に形成された多結晶シリコン薄膜に光を照射する工程と、照射した光の反射光を分光する工程とを備え、分光により得られる光の強度分布から多結晶シリコン薄膜の結晶性を判定することを特徴とする。

【0016】本発明による方法の好ましい態様において、照射する光は基板に垂直であり、基板に垂直な方向に反射した光を分光する。ここで、「照射光または反射光が基板に垂直である」とは、薄膜が形成される基板の主要面に対して照射光または反射光が垂直であることを意味する。

【0017】本発明による方法において、照射する光として可視光を使用することができる。

【0018】本発明による方法において、典型的に、多結晶シリコン薄膜は、基板上に形成されたアモルファスシリコン薄膜にレーザ光を照射することにより結晶化されたものである。

【0019】また本発明により、上記方法を行うための装置が提供され、該装置は、光源と、光源からの光を基板上に形成された多結晶シリコン薄膜に照射するための光学系と、照射した光の反射光を分析するための分光光度計と、反射光を分光光度計に導くための光学系とを備える。

【0020】当該装置において光源にはハロゲンランプ等の可視光源を使用することが好ましい。また、当該装置において、光を照射するための光学系には、光ファイバーを使用することができる。典型的に、分光光度計は、分光器および分光スペクトルを出力するための手段を含む。反射光を分光光度計に導くための光学系にも、光ファイバーを使用することができる。

【0021】さらに本発明によりレーザアニール法が提供され、該方法は、基板上に形成されたアモルファスシリコン薄膜にレーザ光を照射することにより該薄膜を結晶化する工程と、結晶化の工程の後、上記評価方法により薄膜の結晶性を評価する工程と、評価の結果に基づき、レーザ光を照射して薄膜を結晶化する工程における条件を調節する工程とを備える。特に、該評価の結果は、結晶化に使用されるレーザ光のエネルギー設定にフィードバックされる。このフィードバックにより、レーザエネルギーを変化させて結晶化の条件を改善することができる。

【0022】さらに本発明により上記レーザアニール法を行うための装置が提供され、該装置は、基板に形成されたアモルファスシリコン薄膜にレーザアニールを行うための手段と、上述して結晶性を評価する方法を行う装置とを備える。特に、該装置は、評価装置による情報に基づき、結晶化に使用されるレーザエネルギーの設定を変化させるフィードバック機能を有することが好ましい。

【0023】

【発明の実施の形態】図2は、本発明による半導体薄膜

結晶性モニタリングシステムの一例の原理を説明するための図である。

【0024】図2を参照して、このシステムは、光を投光する光源25と、反射された光を受光する分光器26とを備え、光の伝達は、投光用および受光用の光ファイバー22で行なわれる。投光用および受光用の光ファイバーは、それぞれその先端で1つに束ねられ、投受光器21に接続されている。

【0025】図3は、図2に示す投受光器21の一部を示す拡大図である。図2および図3を参照して、このシステムによるモニタリングの原理を説明する。まず、光源25から投光された光は、投光用の光ファイバー22を通して基板24上の多結晶シリコン薄膜23に垂直に投光される。投光された光は、多結晶シリコン薄膜23の表面で反射され、受光用光ファイバー22を通して分光器26で分光されることによって、スペクトルが得られる。

【0026】図4は、レーザエネルギーを 310 mJ/cm^2 から 410 mJ/cm^2 まで変化させて結晶化を行った場合の多結晶シリコン薄膜について、図2および図3に示すシステムを使用して測定された反射強度のスペクトルを示す。これらのスペクトルのうち、スペクトル41は、レーザエネルギーを 370 mJ/cm^2 に設定して結晶化を行った場合の多結晶シリコン薄膜の反射強度分布を示す。このスペクトルには、波長 480 nm 付近に極大値、波長 520 nm 付近に極小値を持つサブピークが現れる。スペクトル42、スペクトル43、スペクトル44およびスペクトル45は、レーザエネルギーをそれぞれ 310 mJ/cm^2 、 340 mJ/cm^2 、 390 mJ/cm^2 および 410 mJ/cm^2 に設定して結晶化を行った場合の多結晶シリコン薄膜の反射強度分布を示す。これらのスペクトルでは、スペクトル41に見られるようなサブピークは見られない。サブピークは、レーザエネルギーを 370 mJ/cm^2 に設定して結晶化を行った場合の多結晶シリコン薄膜についてのみ観察される特徴であることがわかる。

【0027】一方、レーザエネルギーを 370 mJ/cm^2 に設定して結晶化を行った場合の多結晶シリコン薄膜をラマン分光法で評価した場合、図1に示すようにピーク強度が最大となり、最も優れた結晶性を有する膜であることがわかる。したがって、以上のように最適レーザエネルギーで結晶化を行った場合にのみ反射強度のスペクトルはサブピークを持つ特徴的な形状となり、反射強度スペクトルの変化から最適レーザエネルギーの判定を行うことができる。

【0028】このように構成される本発明の多結晶シリコン薄膜結晶性モニタリングシステムは、装置が簡便で、かつ安価である。また、測定に可視光を用いることができるため、たとえば光源にハロゲンランプを使用することができ、ランニングコストがかからない。さら

に、測定領域は、対物レンズの焦点距離を変化させることで、数 $\text{mm}\phi\sim 10\text{ 数mm}\phi$ に調整することが可能で、多結晶シリコンの結晶粒径より十分大きいので、一点測定で平均的な結晶性を測定することができる。したがって、従来のラマン分光法のように、レーザ発振器や複雑な光学系を必要とせず、投受光用ファイバーを試料の上部に設置するだけで、多結晶シリコン薄膜の結晶性を急速に、かつ高精度で測定することが可能である。

【0029】図5は、本発明による多結晶シリコン薄膜結晶性モニタリングシステムを備えた薄膜レーザアニール装置の一例の構成を示す図である。

【0030】図5を参照して、この装置は、光を基板24に投光する投受光器21、光を伝達するための光ファイバー20、光源25、および分光器26を有する図2に示すモニタリングシステムと、ゲートバルブ54を有するレーザアニール装置部51とを備えている。

【0031】本実施の形態では、図2および図3を用いて説明した多結晶シリコン薄膜結晶性モニタリングシステムを用いて、アモルファスシリコン薄膜をレーザアニール装置部で結晶化した後の多結晶シリコン薄膜の結晶性を測定する。

【0032】図5に示す装置では、まず、レーザアニール装置部51で、ガラス基板24上に形成したアモルファスシリコン薄膜に、ガラス基板24を移動させながらレーザ光を照射して、多結晶シリコン薄膜23に変換する。結晶化工程を終え、ロボットハンド53でロードロック基板24を搬送する途中で、ロードロック上部に設置した投受光用光ファイバー22を用いて測定を行なう。光源25から投光された光は、光ファイバー22により投光器21より基板24に対して垂直に投光されて、多結晶シリコン薄膜23表面で反射する。反射された光は、受光器21により受光されて、光ファイバー22により分光器26に伝達される。

【0033】投受光器21は、図3に示すように、投光用および受光用の光ファイバー22がそれぞれその先端で1つに束ねられている構造になっているため、設置を正確かつ容易に行なうことができる。この分光器26により、図4に示す反射強度スペクトルが得られる。このスペクトルから、結晶化の際に照射されたレーザエネルギーが最適値、過大、過小のいずれかであることが判定される。この判定をもとに、レーザアニール装置部51に適正なレーザエネルギーが照射されるようにフィードバックをかけることにより、不良基板の発生を最小限にし、歩留り向上に貢献することができる。

【0034】図6は、本発明による多結晶シリコン薄膜結晶性モニタリングシステムを備えた薄膜レーザアニール装置の他の例の構成を示す図である。

【0035】図6を参照して、この装置は、光を基板20に投受光する投受光器21、光を伝達するための光ファイバー22、光源25、および分光器26とを有する

図2に示すモニタリングシステムと、レーザアニール装置部とを備えている。

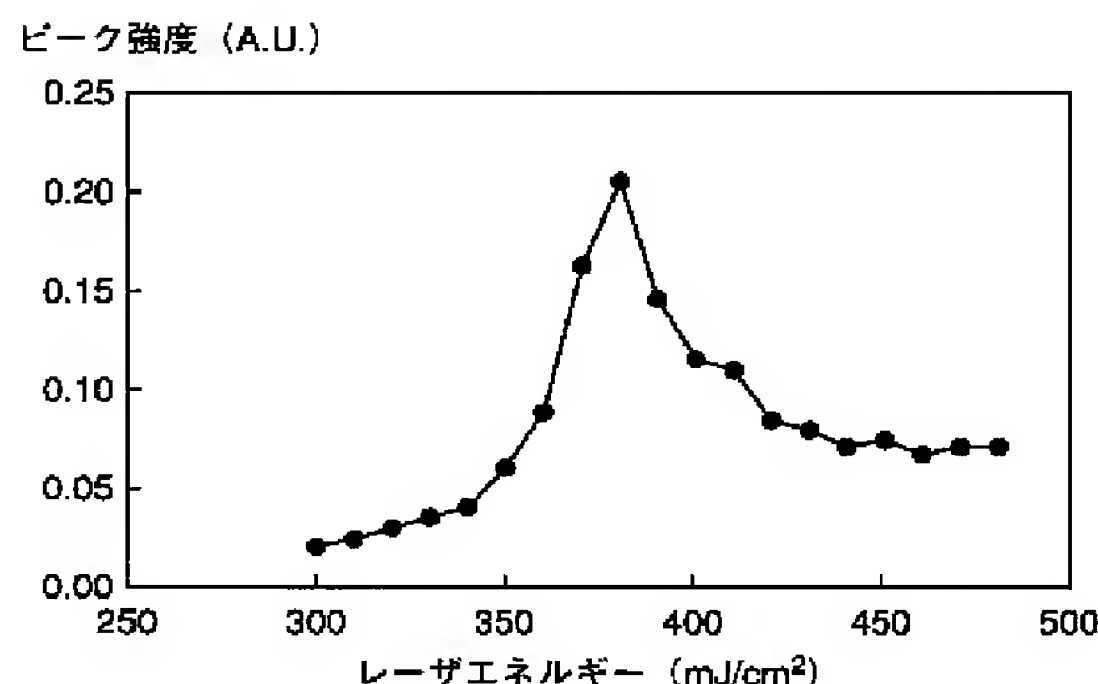
【0036】本実施の形態では、図2および図3を用いて説明した多結晶シリコン薄膜結晶性モニタリングシステムを用いて、アモルファスシリコン薄膜をレーザアニール装置部で結晶化した直後の多結晶シリコン薄膜の結晶性を測定する。

【0037】図6に示す装置では、まず、ガラス基板24上に形成したアモルファスシリコン薄膜に、ガラス基板24を移動させながら、レーザ発振器61より発生しホモジナイザ62で整形されたレーザ光を照射して、多結晶シリコン薄膜23に変換する。この結晶化した直後の多結晶シリコン薄膜23について、投受光用の光ファイバー22を用いて測定を行なう。

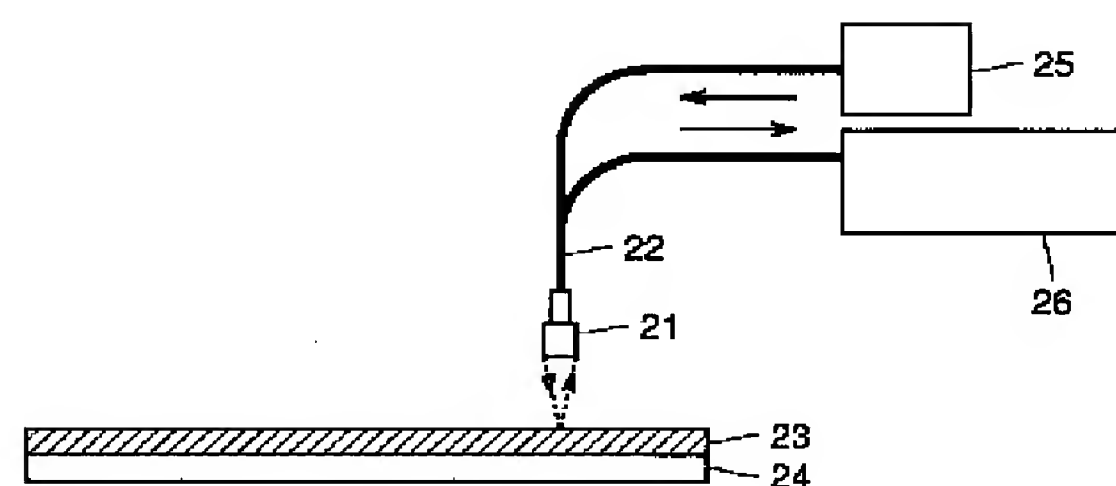
【0038】すなわち、光源25から投光された光は、光ファイバー22により投光器21より基板24に対して垂直に投光されて、多結晶シリコン薄膜23表面で反射される。反射された光は、受光器21により受光されて、光ファイバー22により分光器26に伝達される。投受光器21は、図3に示すように、投光用および受光用の光ファイバー22がそれぞれその先端で1つに束ねられている構造になっている。この分光器26により、図4に示す反射強度スペクトルが得られる。このスペクトルから、結晶化の際に照射されたレーザエネルギーが最適値、過大、過小のいずれかであることが判定される。この判定をもとに、レーザアニール装置部に適正なレーザエネルギーが照射されるようにフィードバックをかけることにより、基板面内に最適条件で均一に結晶化された多結晶シリコン薄膜を得ることができる。

【0039】

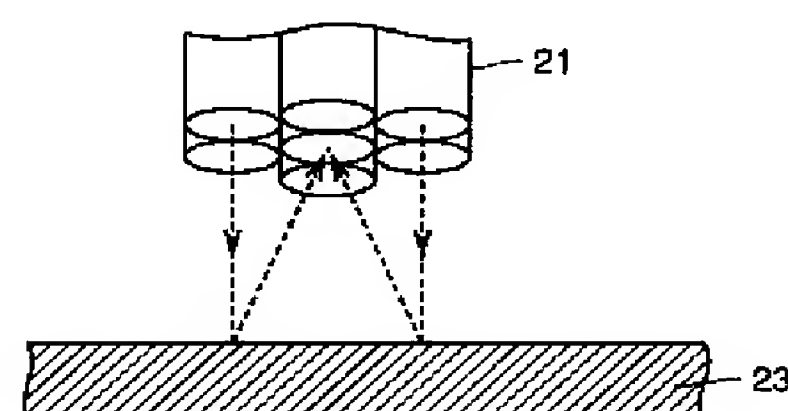
【図1】



【図2】



【図3】



【発明の効果】以上説明したように、本発明による半導体薄膜結晶性モニタリングシステムは、多結晶シリコン薄膜表面の反射光を分光分析することにより、結晶化レーザエネルギーが最適値か、もしくは過大または過小であるかを判定することができる。また、生産ラインもしくは装置に組込むことにより、インラインでの結晶性の評価および制御が可能である。その結果、不良を未然に防止し、歩留りを向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 ラマンスペクトルを示すグラフである。

【図2】 本発明による半導体薄膜結晶性モニタリングシステムの一例の原理を説明するための図である。

【図3】 図2に示す投受光器の一部を示す拡大図である。

【図4】 反射スペクトルを示す図である。

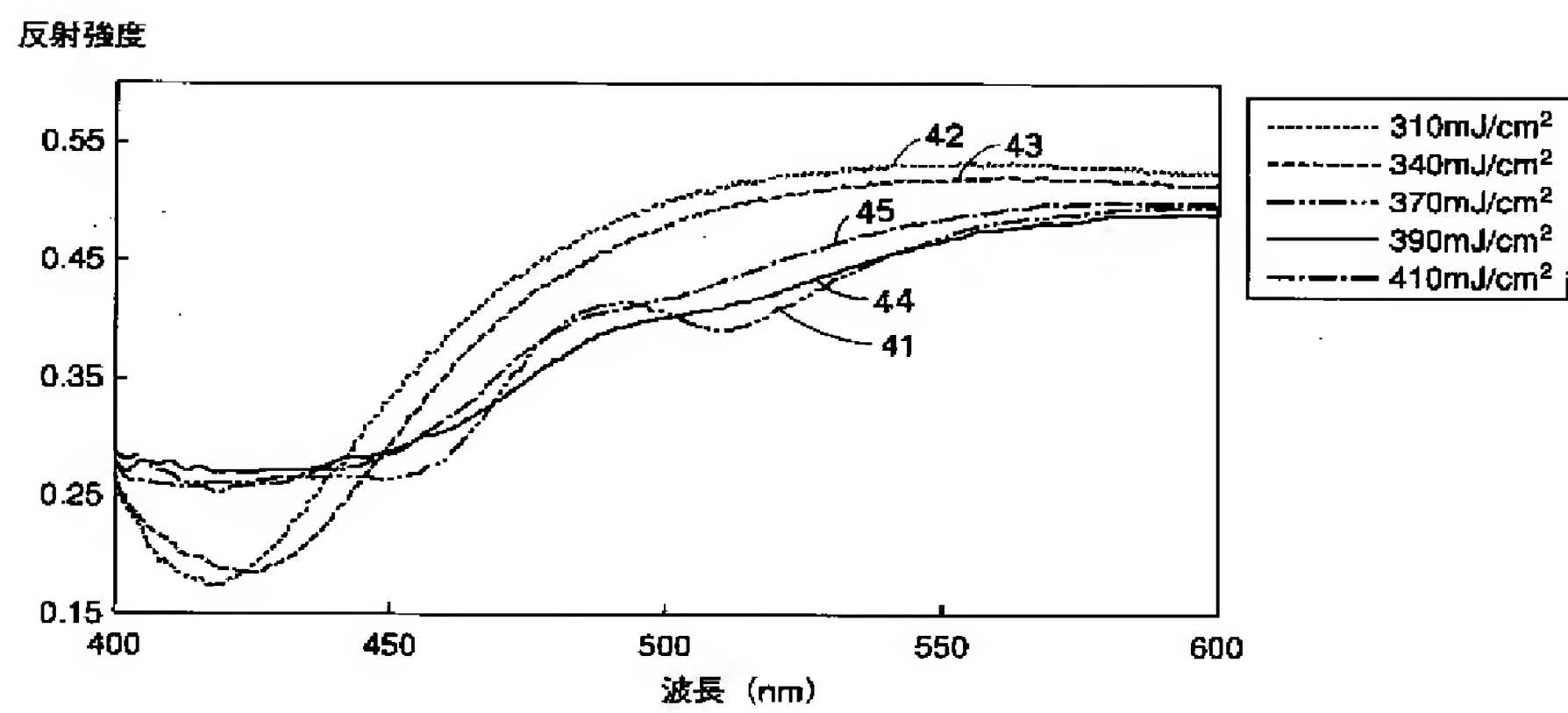
【図5】 本発明による多結晶シリコン薄膜結晶性モニタリングシステムを備えた薄膜レーザアニール装置の一例の構成を示す図である。

【図6】 本発明による多結晶シリコン薄膜結晶性モニタリングシステムを備えた薄膜レーザアニール装置の他の例の構成を示す図である。

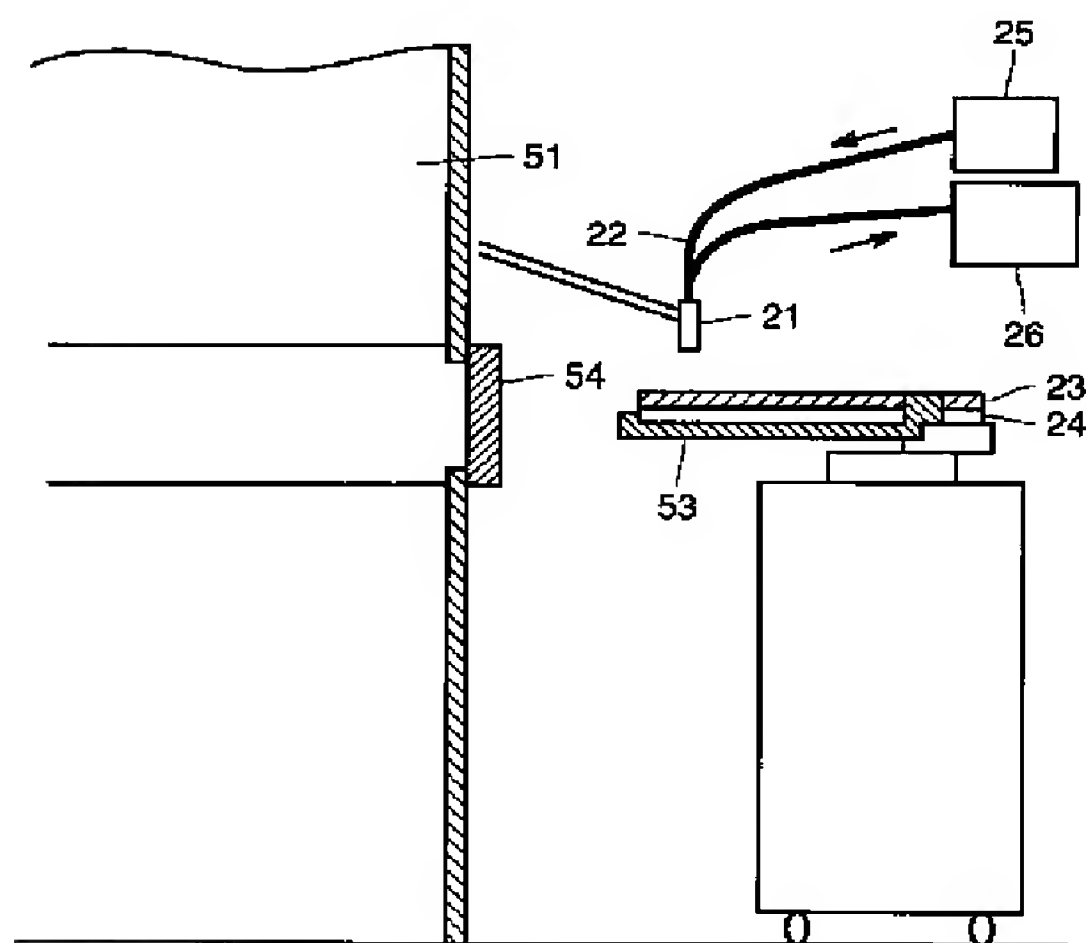
【符号の説明】

21 投受光器、22 光ファイバー、23 多結晶シリコン薄膜、24 ガラス基板、25 光源、26 分光器、41 適正レーザエネルギーの反射スペクトル、42、43 過小レーザエネルギーの反射スペクトル、44、45 過大レーザエネルギーの反射スペクトル、51 レーザアニール装置部、52 ガラス基板、53 ロボットハンド、54 ゲートバルブ、61 レーザ発振器、62 ホモジナイザ。

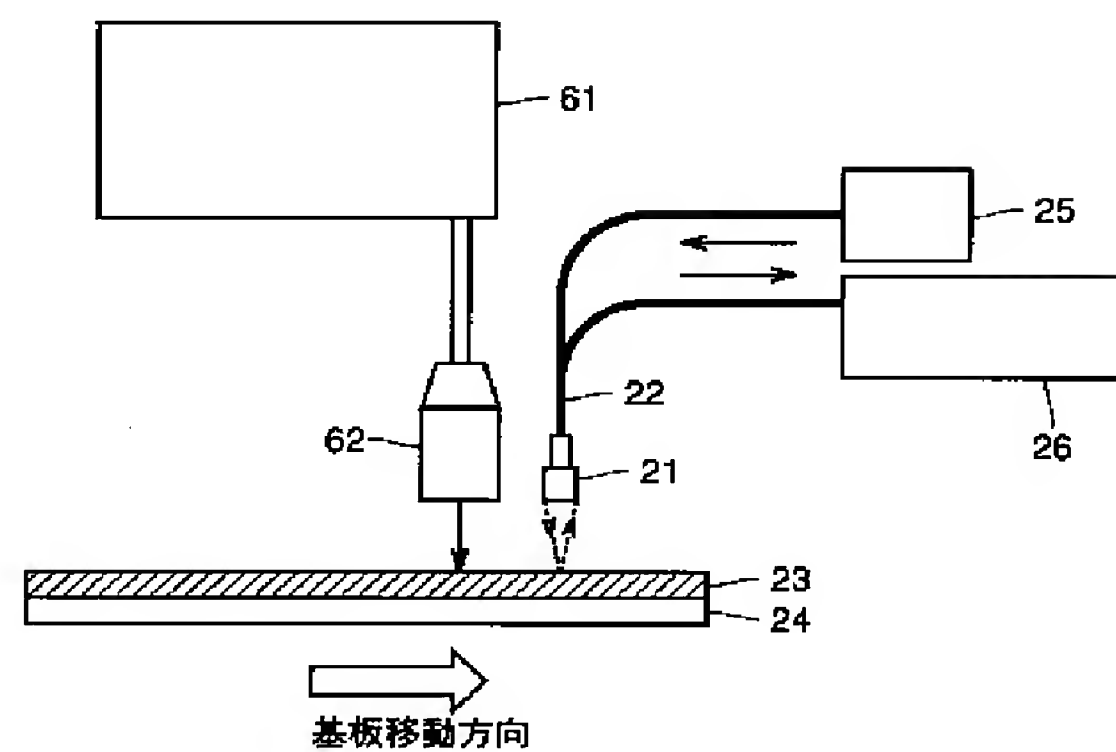
【図4】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁷
H01L 21/66

識別記号

F I
H01L 21/66

特マコード(参考)
N

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-257176

(43)Date of publication of application : 21. 09. 2001

(51)Int. Cl. H01L 21/268

G01N 21/00

G01N 21/27

G02F 1/1368

H01L 21/20

H01L 21/66

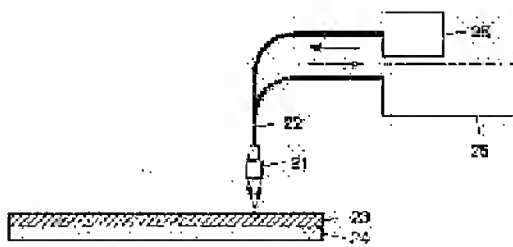
(21)Application number : 2000- (71)Applicant : SHARP CORP
396474

(22)Date of filing : 27. 12. 2000 (72)Inventor : TANAKA JUNICHI

(30)Priority

Priority	11368958	Priority	27. 12. 1999	Priority	JP
number :		date :		country :	

(54) METHOD AND DEVICE FOR EVALUATING CRYSTALLIZABILITY OF SILICON THIN FILM AND LASER ANNEALING METHOD AND DEVICE



(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a method and device that can simply evaluate the crystallinity of a polycrystalline silicon thin film that is formed on a substrate.

SOLUTION: This method has a process that applies light to a polycrystalline silicon thin film that is formed on the substrate, and a process that disperses the reflected light of the applied light, and judges the crystallinity of the polycrystalline silicon thin film according to the intensity distribution of light obtained by a spectrum. This device is equipped with a light source 25, an optical system 22 for applying the light from the light source 25 to a polycrystalline silicon thin film 23 that is formed on a substrate 24, a spectrophotometer 26 for analyzing the reflected light of the applied one, and an optical system 22 for leading the reflected light to the spectrophotometer 26.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 21.02.2003

[Date of sending the examiner's
decision of rejection]

[Kind of final disposal of
application other than the
examiner's decision of rejection or
application converted registration]

[Date of final disposal for
application]

[Patent number] 3733022

[Date of registration] 21.10.2005

[Number of appeal against
examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against
examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

* NOTICES *

**JPO and NCIP are not responsible for any
damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2. **** shows the word which can not be translated.

3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The crystalline assessment approach of the silicon thin film which is the approach of evaluating the crystallinity of the polycrystalline silicon thin film formed on the substrate, equips said polycrystalline silicon thin film formed on said substrate with the process which irradiates light, and the process which carries out the spectrum of said irradiated reflected light of light, and is characterized by judging the crystallinity of said polycrystalline silicon thin film from the luminous-intensity distribution acquired with said spectrum.

[Claim 2] Said light to irradiate is an approach according to claim 1 characterized by carrying out the spectrum of the light which is vertical to said substrate and was reflected in the direction vertical to said substrate.

[Claim 3] The approach according to claim 1 or 2 characterized by said light to irradiate being the light.

[Claim 4] An approach given in any 1 term of claims 1-3 characterized by crystallizing when said polycrystalline silicon thin film irradiates a laser beam at the amorphous silicon thin film formed on said substrate.

[Claim 5] Crystalline assessment equipment of the silicon thin film which is equipment for carrying out the approach of a publication to any 1 term of claims 1-4, and is characterized by having the light source, the optical system for irradiating the light from said light source at the polycrystalline silicon thin film formed on the substrate, a spectrophotometer for analyzing said irradiated reflected light of light, and the optical system for leading said reflected light to said spectrophotometer.

[Claim 6] The laser annealing method characterized by to have the process which evaluates the crystallinity of said thin film by the approach of a publication in any 1 term of claims 1-4, and the process which adjust the conditions in the process which irradiates said laser beam and crystallizes said thin film based on the result of said assessment after the process which crystallizes said thin film by irradiating a laser beam at the amorphous silicon thin film formed on the substrate, and the process of said crystallization.

[Claim 7] The laser annealer characterized by equipping the amorphous silicon thin film which is equipment for performing the laser annealing method according to claim 6, and was formed in the substrate with the

means for performing laser annealing, and the crystalline assessment equipment of a silicon thin film according to claim 5.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the semi-conductor thin film crystallinity monitoring system which the monitor of the crystallinity of a polycrystalline silicon thin film is carried out, and can control it especially about the laser annealing method and laser annealer which used the method of evaluating the crystallinity of a semi-conductor thin film, equipment, and the approach concerned.

[0002]

[Description of the Prior Art] In order to realize the high definition of a liquid crystal display component, and high definition, it is required to raise the electric field effect mobility of the electron of the thin film transistor (TFT) in each pixel. Therefore, it replaces with the conventional amorphous silicon thin film, and the polycrystalline silicon TFT technique in which the polycrystalline silicon thin film was applied to TFT is growing quickly. In order to maintain the high yield of this polycrystalline silicon TFT, it is very important to control quality the quality of the polycrystalline silicon thin film which has the most important function to a TFT property.

[0003] In case polycrystalline silicon TFT is formed on a glass substrate, there is the approach of reforming the amorphous silicon thin film beforehand formed on the glass substrate to a polycrystalline silicon thin film. There are the approach of heating and crystallizing at an elevated temperature (800-1000 degrees C) and the approach of

irradiating a laser beam with a high absorption coefficient (for example, XeCl laser with a wavelength of 308nm), and crystallizing to an amorphous silicon thin film, as this approach.

[0004] The approach of the former heating and crystallizing heats the whole substrate to an elevated temperature. Therefore, it is necessary to use heat-resistant substrates, such as quartz glass, and there is a problem of becoming expensive with large-area-izing. Then, the laser annealing approach crystallized by irradiating the latter laser beam in recent years is the most common. Since the crystallinity of the polycrystalline silicon thin film obtained by this laser annealing method depends to laser energy sensitively, optimization of laser energy is the most important item in the case of crystallization.

[0005] In order to set up the optimal laser energy conventionally, laser power is optimized by irradiating the laser beam of different power, producing the monitor substrate which has the polycrystalline silicon thin film with which crystallization conditions differ, and carrying out crystalline assessment using Raman spectroscopy. Raman spectroscopy is an approach generally used, in order to evaluate the crystallinity of a polycrystalline silicon thin film to accuracy. Correlation is between the crystallinity of a polycrystalline silicon thin film, and the peak intensity of the silicon of a Raman spectrum, and peak intensity becomes large like the film with sufficient crystallinity.

[0006] Drawing 1 is a graph which shows a Raman spectrum, an axis of abscissa shows laser energy (mJ/cm²), and the axis of ordinate shows peak intensity (A. U.).

[0007] As shown in drawing 1, it is the technique in which exact assessment of the membraneous quality of a polycrystalline silicon thin film is possible, and, as for Raman spectroscopy, it turns out that the optimal laser energy can be set up using this technique.

[0008] Moreover, as other methods of evaluating the crystallinity of a polycrystalline silicon thin film, as shown in JP,11-204606,A, the light for assessment is irradiated and the approach the transparency reinforcement of the exposure light performs the crystalline assessment is in a polycrystalline silicon thin film. This approach is an approach transmitted light reinforcement performs crystalline assessment, and uses that the wavelength dependency of transmitted light reinforcement changes with crystallinity.

[0009] Furthermore, as shown in JP,6-224276,A, there is a method of performing crystalline assessment by the scattered light of the laser used for crystallization. This approach uses that a band gap spectral reflectance changes with crystallinity.

[0010]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] Correctly, although Raman spectroscopy is a crystalline assesment method of a reliable polycrystalline silicon thin film, it has the following troubles.

[0011] That is, first, equipment is large-scale and expensive. Next, since argon laser is used for the light source, a running cost starts. Furthermore, since complicated optical system is needed, adjustment takes time and effort and time amount. Moreover, in the Raman light, since it is necessary to extract a laser beam to about 1 micrometer since it is feeble, and a measurement field becomes comparable as the diameter of crystal grain of polycrystalline silicon, the time amount which needs to prepare two or more point of measurement for evaluating the average crystallinity of a polycrystalline silicon thin film, and a monitor takes becomes long.

[0012] Moreover, there are the following troubles also about the approach transmitted light reinforcement estimates crystallinity. That is, since the light source which irradiates light, and the detector which receives light are in an opposite hand through a substrate, respectively, light will be intercepted by the stage holding a substrate. In order for light to be made not to be intercepted and to perform measurement, the device of making only the circumference of a substrate into the configuration supported by the stage is required, and the manner of support of such a substrate of immobilization of a substrate is inadequate. Furthermore, problems, like bending of a substrate etc. arises will arise and the constraint on the activity of equipment will become large. Moreover, in the case of the ingredient with which a substrate does not penetrate light, it cannot be measured in a principle.

[0013] On the other hand, there are the following problems also about the approach a band gap spectral reflectance estimates crystallinity. That is, off-line measurement since the scattered light of the laser used for crystallization is used for this approach, in order that it may crystallize, in case the laser which only the real-time measurement in the case of irradiating the substrate is possible, and is used for crystallization is not irradiated by the substrate in laser cannot be performed. Moreover, since the light to measure is the scattered light, reinforcement is not stabilized under the effect of the surface state of a substrate etc., but there is a fault, such as becoming the cause of dispersion in measurement.

[0014] The object of this invention solves an above-mentioned trouble, sets up the optimal laser energy by the simple approach which is not in the former for crystallization of a polycrystalline silicon thin film,

is further incorporated in a production line or equipment, performs crystalline assessment and control of a polycrystalline silicon thin film with in-line one, prevents a defect beforehand, and is to offer the semi-conductor thin film crystallinity monitoring system which can raise the yield.

[0015]

[Means for Solving the Problem] First, the approach this invention estimates the crystallinity of the polycrystalline silicon thin film formed on the substrate is offered, this approach equips the polycrystalline silicon thin film formed on the substrate with the process which irradiates light, and the process which carries out the spectrum of the reflected light of the light which irradiated, and it is characterized by judging the crystallinity of a polycrystalline silicon thin film from the luminous-intensity distribution acquired with a spectrum.

[0016] In the desirable mode of the approach by this invention, the light to irradiate is vertical to a substrate and carries out the spectrum of the light reflected in the direction vertical to a substrate. Here, it means that exposure light or the reflected light is vertical to the principal plane of the substrate with which a thin film is formed with "exposure light or the reflected light is vertical to a substrate."

[0017] In the approach by this invention, the light can be used as a light to irradiate.

[0018] In the approach by this invention, a polycrystalline silicon thin film is typically crystallized by irradiating a laser beam at the amorphous silicon thin film formed on the substrate.

[0019] Moreover, by this invention, the equipment for performing the above-mentioned approach is offered, and this equipment is equipped with the spectrophotometer for analyzing the reflected light of the light which irradiated the light from the light source and the light source with the optical system for irradiating the polycrystalline silicon thin film formed on the substrate, and the optical system for leading the reflected light to a spectrophotometer.

[0020] It is desirable to use sources of the light, such as a halogen lamp, for the light source in the equipment concerned. Moreover, in the equipment concerned, an optical fiber can be used for the optical system for irradiating light. typical -- a spectrophotometer -- a spectroscopy and a spectrum -- the means for outputting a spectrum is included. An optical fiber can be used also for the optical system for leading the reflected light to a spectrophotometer.

[0021] Furthermore, the laser annealing method is offered by this

invention, and this approach is equipped with the process which crystallizes this thin film, the process which evaluates the crystallinity of a thin film by the above-mentioned assessment approach after the process of crystallization, and the process which adjust the conditions in the process which irradiates a laser beam and crystallizes a thin film based on the result of assessment by irradiating a laser beam at the amorphous silicon thin film formed on the substrate. Especially the result of this assessment is fed back to energy setting out of the laser beam used for crystallization. By this feedback, laser energy can be changed and the conditions of crystallization can be improved.

[0022] Equipment for this invention to perform the describing [above] laser annealing method furthermore is offered, and this equipment is equipped with the means for performing laser annealing to the amorphous silicon thin film formed in the substrate, and the equipment which performs the approach of mentioning above and evaluating crystallinity. As for this especially equipment, it is desirable to have the feedback function to change setting out of the laser energy used for crystallization, based on the information by assessment equipment.

[0023]

[Embodiment of the Invention] Drawing 2 is drawing for explaining the principle of an example of the semi-conductor thin film crystallinity monitoring system by this invention.

[0024] This system is equipped with the light source 25 which floodlights light, and the spectroscope 26 which receives the reflected light with reference to drawing 2 , and transfer of light is performed by the object for floodlighting, and the optical fiber 22 for light-receiving. The object for floodlighting and the optical fiber for light-receiving are bundled by one at the head, respectively, and are connected to the light emitter and receiver 21.

[0025] Drawing 3 is the enlarged drawing showing a part of light emitter and receiver 21 shown in drawing 2 . The principle of the monitoring by this system is explained with reference to drawing 2 and drawing 3 . First, the light floodlighted from the light source 25 is floodlighted through the optical fiber 22 for floodlighting at right angles to the polycrystalline silicon thin film 23 on a substrate 24. The floodlighted light is reflected on the front face of the polycrystalline silicon thin film 23, and a spectrum is obtained by carrying out a spectrum with a spectroscope 26 through the optical fiber 22 for light-receiving.

[0026] Drawing 4 shows the spectrum of the reflectivity measured using the system shown in drawing 2 and drawing 3 about the polycrystalline

silicon thin film at the time of crystallizing by changing laser energy from 310 mJ/cm² to 410 mJ/cm². A spectrum 41 shows reflectivity distribution of the polycrystalline silicon thin film at the time of crystallizing by setting laser energy as 370 mJ/cm² among these spectrums. In this spectrum, the subpeak which has the maximal value near the wavelength of 480nm, and has the minimal value near the wavelength of 520nm appears. A spectrum 42, a spectrum 43, a spectrum 44, and a spectrum 45 show reflectivity distribution of the polycrystalline silicon thin film at the time of crystallizing by setting laser energy as 310 mJ/cm², 340 mJ/cm², 390 mJ/cm² and 410 mJ/cm², respectively. By these spectrums, a subpeak which is looked at by the spectrum 41 is not seen. It turns out that it is the description observed only about the polycrystalline silicon thin film at the time of crystallizing by a subpeak setting laser energy as 370 mJ/cm².

[0027] When Raman spectroscopy estimates the polycrystalline silicon thin film at the time of on the other hand crystallizing by setting laser energy as 370 mJ/cm², as shown in drawing 1, peak intensity serves as max, and it turns out that it is the film which has the most excellent crystallinity. Therefore, only when it crystalizes with the optimal laser energy as mentioned above, the spectrum of reflectivity serves as a characteristic configuration with a subpeak, and can judge the optimal laser energy from change of a reflectivity spectrum.

[0028] Thus, equipment is simple and the polycrystalline silicon thin film crystallinity monitoring system of this invention constituted has it. [cheap] Moreover, since the light can be used for measurement, a halogen lamp can be used for the light source and a running cost does not start. Furthermore, by changing the focal distance of an objective lens, a measurement field can be adjusted to severalmmphi - about tenmmphi, and since it is sufficiently larger than the diameter of crystal grain of polycrystalline silicon, it can measure average crystallinity by one-point measurement. Therefore, it is possible to need neither a laser oscillator nor complicated optical system, but to only install the fiber for light emitting/receiving in the upper part of a sample like the conventional Raman spectroscopy, and for it to be highly precise and to measure the crystallinity of a polycrystalline silicon thin film quickly.

[0029] Drawing 5 is drawing showing the configuration of an example of the thin film laser annealer equipped with the polycrystalline silicon thin film crystallinity monitoring system by this invention.

[0030] This equipment is equipped with the monitoring system shown in drawing 2 which has the optical fiber 20 for transmitting the light

emitter and receiver 21 and light which floodlight light to a substrate 24, the light source 25, and a spectroscope 26, and the laser annealer section 51 which has a gate valve 54 with reference to drawing 5 .

[0031] With the gestalt of this operation, the crystallinity of the polycrystalline silicon thin film after crystallizing an amorphous silicon thin film in the laser annealer section is measured using the polycrystalline silicon thin film crystallinity monitoring system explained using drawing 2 and drawing 3 .

[0032] With the equipment shown in drawing 5 , first, by the laser annealer section 51, a laser beam is irradiated moving a glass substrate 24 to the amorphous silicon thin film formed on the glass substrate 24, and it changes into the polycrystalline silicon thin film 23. It measures using the optical fiber 22 for light emitting/receiving installed in the load lock upper part while finishing a crystallization process and conveying the load lock substrate 24 by the robot hand 53. The light floodlighted from the light source 25 is vertically floodlighted from a projector 21 to a substrate 24 with an optical fiber 22, and is reflected on polycrystalline silicon thin film 23 front face. Light is received by the electric eye 21 and the reflected light is transmitted to a spectroscope 26 with an optical fiber 22.

[0033] Since the light emitter and receiver 21 has the structure where the object for floodlighting and the optical fiber 22 for light-receiving are bundled by one at the head, respectively as shown in drawing 3 , it can install correctly and easily. By this spectroscope 26, the reflectivity spectrum shown in drawing 4 is obtained. From this spectrum, it is judged that the laser energy irradiated on the occasion of crystallization is an optimum value and too little [excessive and] either. Based on this judgment, by applying feedback so that proper laser energy may be irradiated by the laser annealer section 51, generating of a defect substrate can be made into the minimum and it can contribute to the improvement in the yield.

[0034] Drawing 6 is drawing showing the configuration of other examples of the thin film laser annealer equipped with the polycrystalline silicon thin film crystallinity monitoring system by this invention.

[0035] This equipment is equipped with the monitoring system shown in drawing 2 which has the optical fiber 22 for transmitting the light emitter and receiver 21 and light which carry out light emitting/receiving of the light to a substrate 20, the light source 25, and a spectroscope 26, and the laser annealer section with reference to drawing 6 .

[0036] With the gestalt of this operation, the crystallinity of the

polycrystalline silicon thin film immediately after crystallizing an amorphous silicon thin film in the laser annealer section is measured using the polycrystalline silicon thin film crystallinity monitoring system explained using drawing 2 and drawing 3 .

[0037] With the equipment shown in drawing 6 , moving a glass substrate 24 to the amorphous silicon thin film formed on the glass substrate 24 first, the laser beam which occurred from the laser oscillator 61 and was orthopedically operated by the homogenizer 62 is irradiated, and it changes into the polycrystalline silicon thin film 23. About the polycrystalline silicon thin film 23 immediately after [this] crystalizing, it measures using the optical fiber 22 for light emitting/receiving.

[0038] That is, the light floodlighted from the light source 25 is vertically floodlighted from a projector 21 to a substrate 24 with an optical fiber 22, and is reflected on polycrystalline silicon thin film 23 front face. Light is received by the electric eye 21 and the reflected light is transmitted to a spectroscope 26 with an optical fiber 22. The light emitter and receiver 21 has the structure where the object for floodlighting and the optical fiber 22 for light-receiving are bundled by one at the head, respectively, as shown in drawing 3 . By this spectroscope 26, the reflectivity spectrum shown in drawing 4 is obtained. From this spectrum, it is judged that the laser energy irradiated on the occasion of crystallization is an optimum value and too little [excessive and] either. The polycrystalline silicon thin film crystallized by homogeneity by optimum conditions in the substrate side can be obtained by applying feedback based on this judgment, so that proper laser energy may be irradiated by the laser annealer section.

[0039]

[Effect of the Invention] as explained above, the semi-conductor thin film crystallinity monitoring system by this invention carries out spectral analysis of the reflected light of a polycrystalline silicon thin film front face -- crystallization laser energy -- an optimum value -- or too little [excessive or] can be judged. Moreover, in-line one, and crystalline assessment and control are possible by including in a production line or equipment. Consequently, a defect can be prevented beforehand and the yield can be raised.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the graph which shows a Raman spectrum.

[Drawing 2] It is drawing for explaining the principle of an example of the semi-conductor thin film crystallinity monitoring system by this invention.

[Drawing 3] It is the enlarged drawing showing a part of light emitter and receiver shown in drawing 2 .

[Drawing 4] It is drawing showing a reflectance spectrum.

[Drawing 5] It is drawing showing the configuration of an example of the thin film laser annealer equipped with the polycrystalline silicon thin film crystallinity monitoring system by this invention.

[Drawing 6] It is drawing showing the configuration of other examples of the thin film laser annealer equipped with the polycrystalline silicon thin film crystallinity monitoring system by this invention.

[Description of Notations]

21 A light emitter and receiver, 22 An optical fiber, 23 A polycrystalline silicon thin film, 24 A glass substrate, 25 The light source, 26 A spectroscopy, 41 42 The reflectance spectrum of proper laser energy, 43 44 The reflectance spectrum of too little laser energy, 45 The reflectance spectrum of excessive laser energy, 51 The laser annealer section, 52 A glass substrate, 53 A robot hand, 54 A gate valve, 61 A laser oscillator, 62 Homogenizer.

[Translation done.]

* NOTICES *

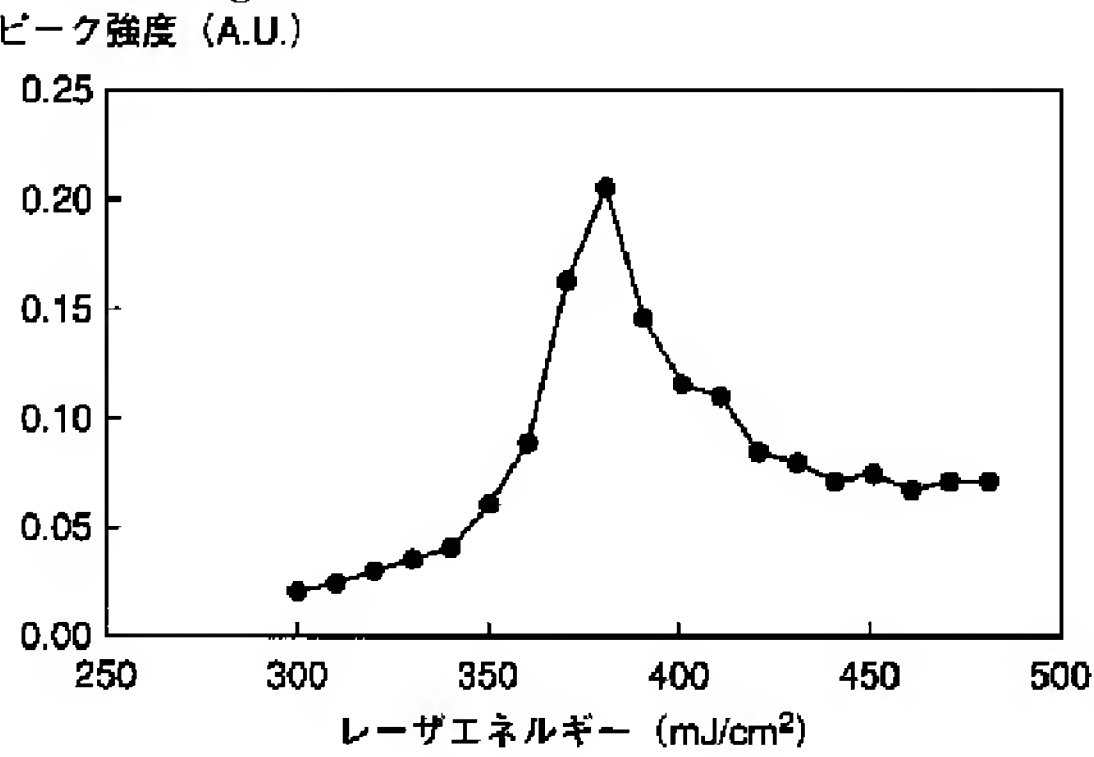
JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

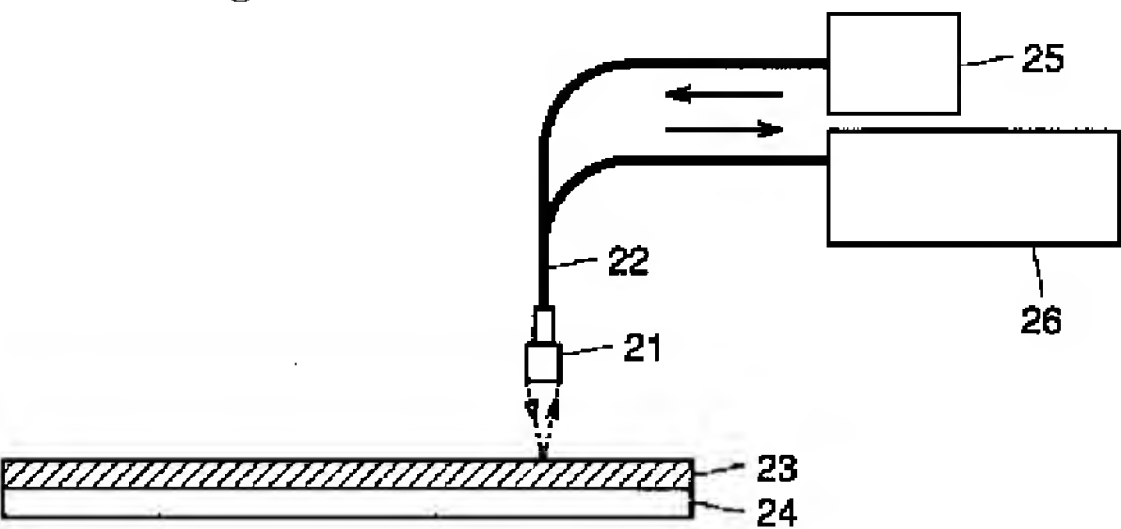
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

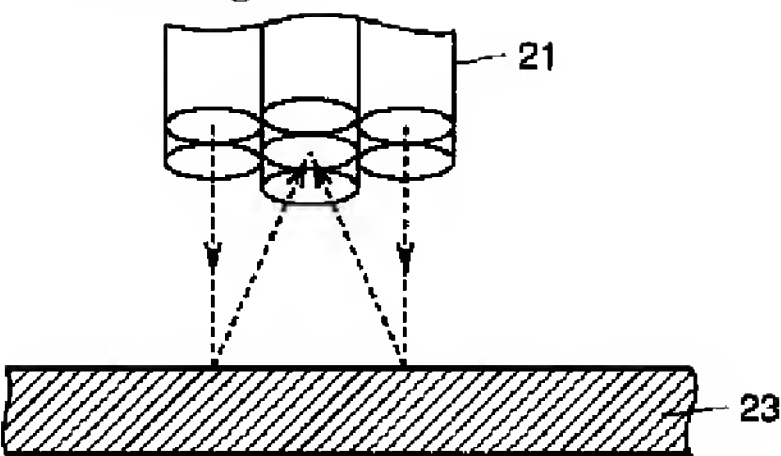
[Drawing 1]



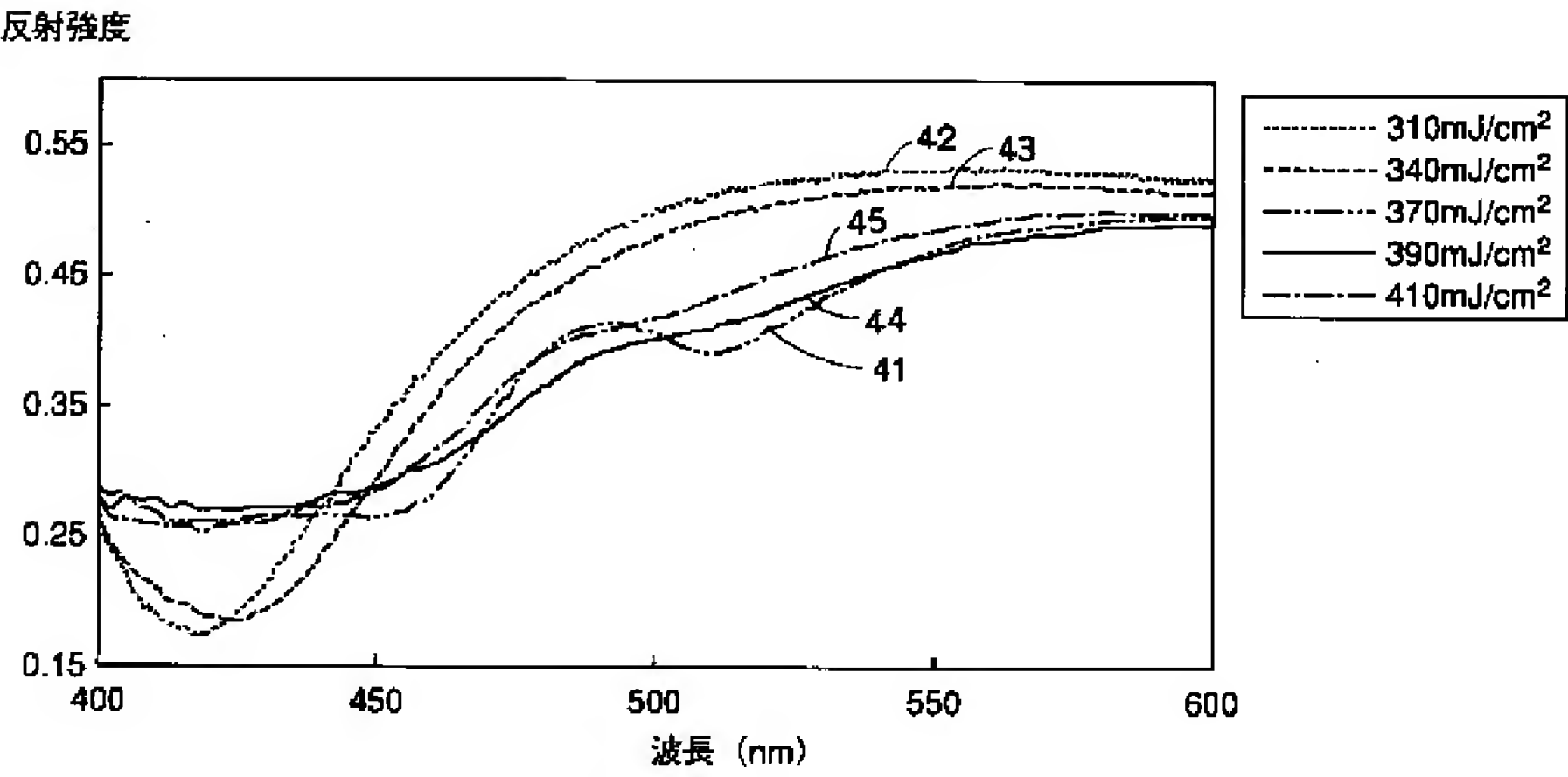
[Drawing 2]



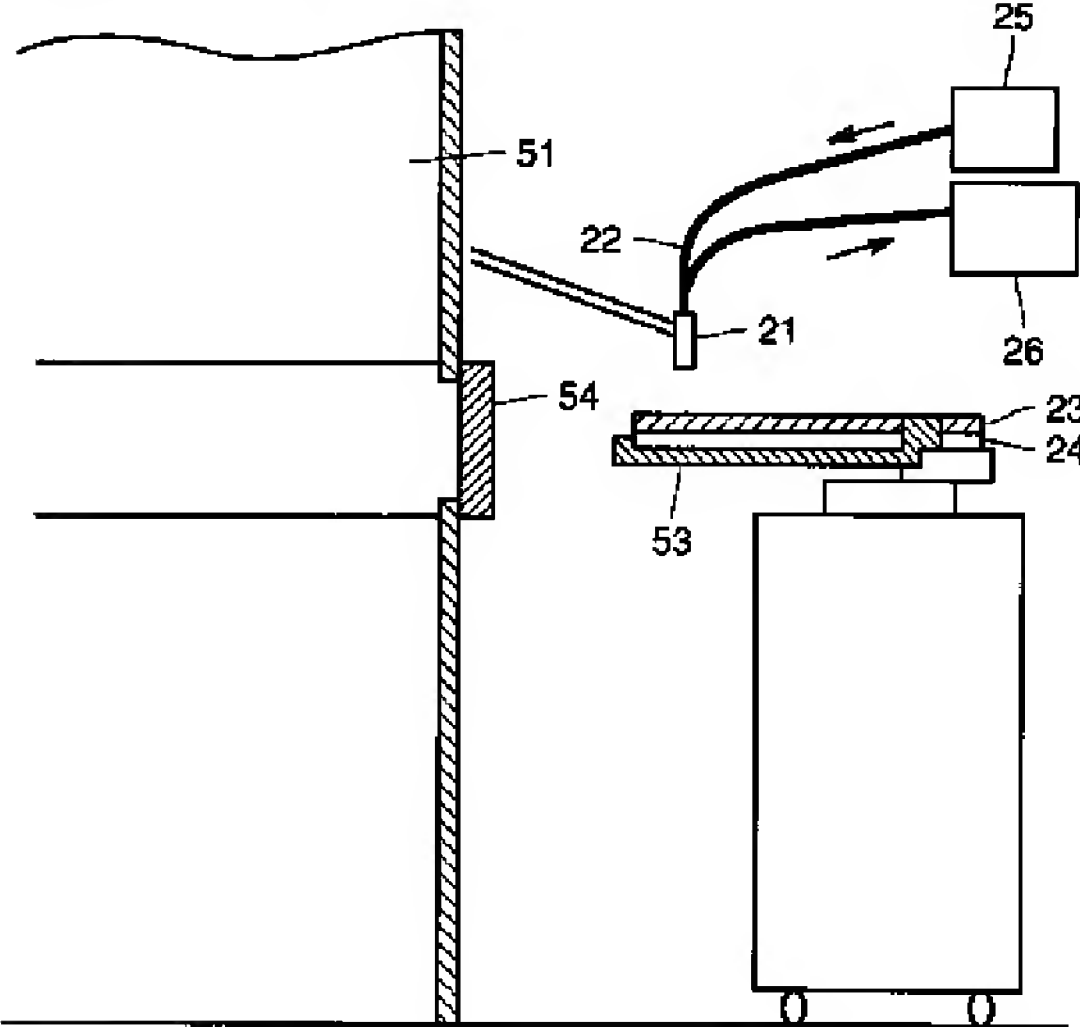
[Drawing 3]



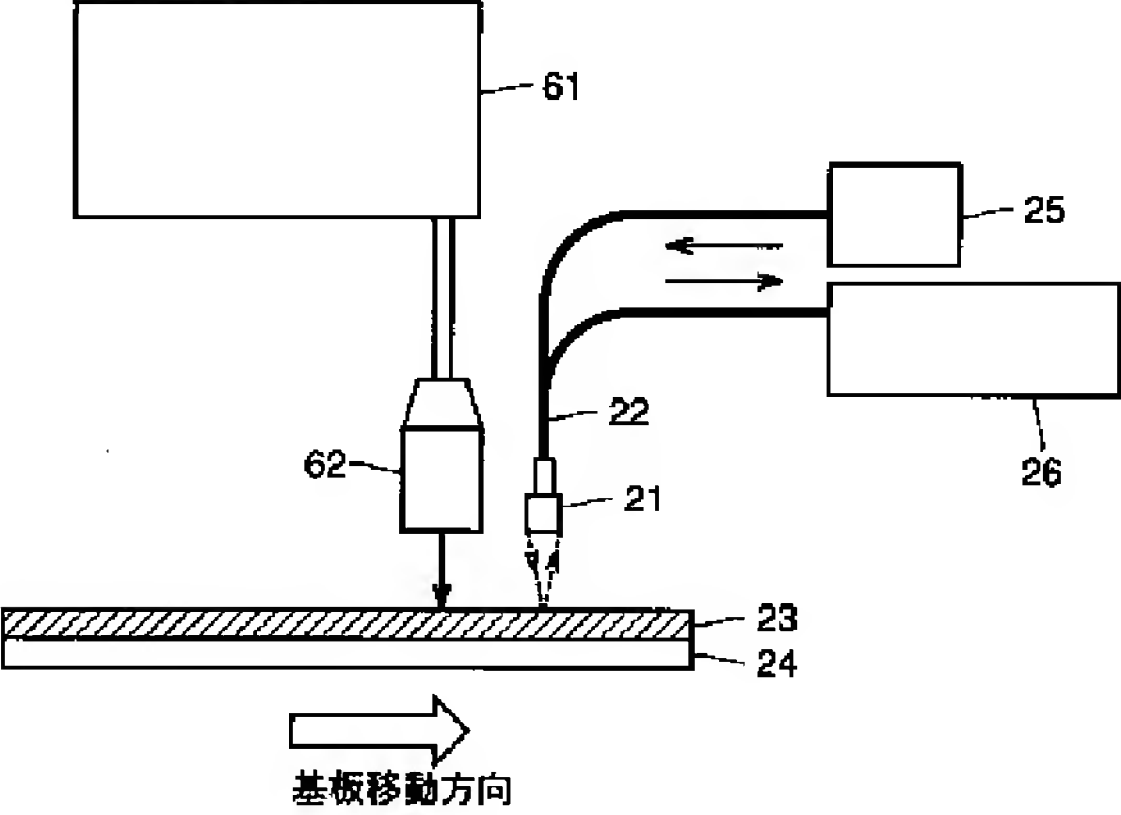
[Drawing 4]



[Drawing 5]



[Drawing 6]



[Translation done.]